

ВОЗМОЖНОСТИ И РАЗВИТИЕ СТАНДАРТА LXI В ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

THE CAPABILITIES AND DEVELOPMENT OF LXI STANDARD IN MEASURING TECHNIQUE

Афонский А.А. (A. Afonskiy), доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана

В предыдущем номере нашего журнала [1] опубликована статья о выходе нового источника питания АКТАКОМ АТН-733х в формате нового стандарта измерительной техники LXI. Настоящая статья расширяет представление о возможностях и структуре стандарта LXI и знакомит с примерами его применения. Реальную работу измерительного прибора в режиме on-line можно увидеть в WebFutureLab АКТАКОМ на сайте www.aktakom.ru.



Рис. 1. Вход в WebFutureLab АКТАКОМ

В настоящее время проект WebFutureLab АКТАКОМ [2] находится в тестовом режиме, но уже в ближайшее время можно будет испытать все возможности приборов стандарта LXI в интернет-лаборатории.

LXI КОНСОРЦИУМ

LXI или LAN eXtensions for Instruments был разработан консорциумом ведущих производителей и пользователей контрольно-измерительного оборудования, насчитывающим уже более 40 участников. В Консорциум LXI входят ведущие компании отрасли контрольно-измерительного оборудования, включая основателя Agilent Technologies и других производителей, таких как Tektronix, Rohde&Schwarz, Keithley Instruments, Racal Instruments и Yokogawa. Полный перечень компаний-участников представлен на сайте журнала «Контрольно-измерительные приборы и системы» www.kipis.ru в разделе «Энциклопедия измерений» в статье «Стандарт LXI».

Консорциум LXI это некоммерческая корпорация, объединяющая компании, занимающиеся разработкой и производством контрольно-измерительного оборудования. Главная цель консорциу-

ма — способствовать развитию стандарта для его всеобщего признания и принятия. Консорциум открыт для вступления любой заинтересованной компании, приветствуется участие в работе консорциума отраслевых специалистов, специалистов-системотехников и представителей правительства. Первое собрание консорциума было проведено 17-18 ноября 2004 года. Членство в консорциуме разделено на четыре уровня по степени участия: стратегическое, участвующее, консультационное и информационное.

Члены консорциума встречаются несколько раз в год на PlugFests, проводимых по всему миру, где на заседаниях рабочих групп всеми заинтересованными специалистами обсуждаются проблемы развития LXI стандарта.

Все желающие могут посещать консультации для пользователей и предпринимателей, заинтересованных в присоединении к рядам LXI. Также имеется возможность сертифицировать новую LXI-продукцию с помощью тестирующих лабораторий. Достижения Консорциума в развитии стандарта демонстрируются добровольцами, работающими в различных комиссиях и рабочих группах.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

В сентябре 2005 года консорциум выпустил версию 1.0 LXI-стандарта. Год спустя, вышла версия 1.1 с минимумом исправлений и видоизменений. В октябре 2007 года, консорциум представил версию 1.2, главным образом сфокусированную на механизмах обнаружений. Механизмы обнаружений позволяют системе контроля опознавать и регистрировать новые устройства, подключенные к системе, благодаря этому пользователь и другие устройства могут работать с ними. Версия 1.3 включала в себя версию 2008 года IEEE 1588 для синхронизации между устройствами, вследствие чего системы, использующие LXI устройства класса А и В синхронизируются с друг другом в соответствии со стандартом 1588-2008 RTP (протоколом временной точности).

Набор функциональных возможностей версии 2.0 претерпит значительные изменения: планируется расширение web-интерфейса, интерактивное тестирование и др.

Результаты последнего исследова-

ния (декабрь 2008 года) предсказали высокие темпы роста для пробного рынка LXI. В 2007 году пробные рынки сделали \$220 на продажах, причем их увеличение составило 83.3 % по сравнению с 2006 годом. По прогнозам, в 2012 году темпы роста должны составить 24.2 %, что намного превышает аналогичные показатели GPIB.

В 1972 инженеры Hewlett Packard изобрели шину интерфейса Hewlett Packard (HP-IB) как открытую стандартную шину коммуникаций (IEEE 488) инструментов с компьютером. Позже она стала более известна как GPIB (шина интерфейса общего назначения) и использовалась почти в каждом инструменте. В течение 30 лет инструменты GPIB (также известные как инструменты стойки-и-стека) были привилегированной архитектурой для испытательных систем. Современные измерения и превосходные решения для соотношения цена/производительность — это инструменты GPIB.

В 1985 году компании Hewlett-Packard, Tektronix, Wavetek, Racal-Dana, и Colorado Data Systems ввели VXI (расширение VME для приборов); модульный инструментальный стандарт для американских военных сил. Эти модульные приборы («приборы на плате») стали очень популярны в космической и военной промышленности и производственных испытательных приложениях, где размер и пропускная способность особенно важны.

В 2004 году Agilent Technologies (прежде Hewlett-Packard) и VXI Technology, Inc. представили стандарт LXI (основанный на локальной сети расширения для аппаратуры). Стандарт LXI объединил в себе лучшее от GPIB и модулей VXI: уменьшенный размер VXI, высокая пропускная способность локальной сети и высокоэффективные измерения GPIB. Никаких каркасов для плат, никакого нулевого слота и никаких дорогих ПК для инструментальной линии связи.

LXI — это следующее поколение испытательных систем, комбинирующих современные измерения в малом объеме по рентабельной цене. LXI модули имеют ширину стандартной стойки и высоту 1U или ширину в половину стойки, с высотой 1U или 2U. Разъемы для входных и выходных сигналов рас-

положены на лицевой панели модуля, в то время как локальная сеть (IEEE 802.3), питание и линии синхронизации подключаются на задней панели модуля. Все модули спроектированы для простой установки в стандартные 191 стойки или расположения в стеке на месте для размещения элемента.[3]

НАЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТА

Разработчики автоматизированных испытательных систем средств измерений во всех отраслях промышленности, встречаются с одинаковыми проблемами: требованиями по сокращению сроков ввода систем в эксплуатацию, при постоянном усложнении используемого программного обеспечения, ограниченном количестве средств, выделяемых на разработку, и использовании оборудования разных производителей. Все это подразумевает основной параметр оценки экономичности — низкую стоимость выполнения измерений. Кроме того, существуют проблемы построения систем средств измерений, связанные с накладными расходами на модульные системы с базовыми блоками (крейтами, корзинами), совместным вводом-выводом, унификацией программного обеспечения и его совместимостью с будущими системами.

Определяя взаимодействие испытанных, широко распространенных стандартов Ethernet, Web-браузеров и IVI-драйверов, стандарт LXI обеспечивает быстрое, эффективное и экономичное создание систем измерений и их простое реконfigurирование в будущем.

При этом следует отметить, что многие измерительные приборы, выпускаемые в настоящее время, имеют порты LAN, и поэтому именно стандарт LXI является следующим логичным шагом в эволюции построения систем средств измерений на базе локальной сети [4].

Кроме очевидно подходящей для применения стандарта LXI отрасли тестирования электронной техники, можно назвать и другие важные применения в области контроля на производстве в любой отрасли, использующей средства измерений в производственном процессе и удаленный сбор данных. Это может быть, например, контроль установок для обработки воды, насосных станций, гидроэлектростанций, ветряных электростанций, по-

годных станций, систем нагревания, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также контроль процессов. Все эти применения предполагают удаленный сбор данных и будут использовать отметки времени и синхронизацию во времени, предоставляемые приборами LXI класса В. Таким образом, стандарт LXI может стать следующим этапом развития систем контроля в самых различных отраслях.

КЛАССЫ УСТРОЙСТВ LXI

Различают три класса LXI-приборов: А, В и С. Класс С является базовым, приборы этого класса обладают функциями обнаружения и конфигурации сети, имеют Web-интерфейс и соответствуют физическим требованиям стандарта. Приборы класса В имеют дополнительные возможности запуска по локальной сети и поддержки синхронизации. Класс А удовлетворяет требованиям классов С и В с дополнением в виде аппаратной шины синхронизации с низкой задержкой передачи (эта шина обеспечивает максимально возможную скорость отклика на событие запуска) [5].

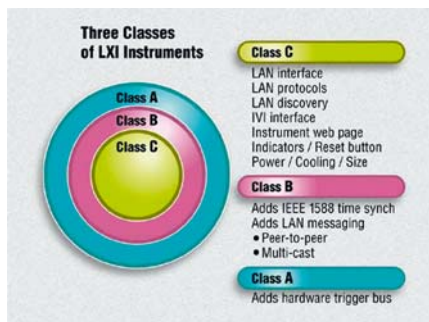


Рис. 2. Три класса приборов LXI

Класс С — основной класс LXI. Его требованиям должны отвечать все другие классы. Оборудование соответствует физическим требованиям, поддерживает протоколы Ethernet и стандарты интерфейса LXI. В этом классе не предъявляются требований к запуску событий/процессов. Допускаются используемые отдельными производителями средства аппаратного запуска и запуск по LAN.

Оборудование класса В соответствует всем требованиям класса С. Кроме того, добавляется запуск по LAN и поддержка протокола синхронизации в соответствии с IEEE 1588. Режимы пере-

дачи «точка-точка» и «запуск группы» в запуске событий/процессов LAN применяются в стандарте LXI специально для запуска устройств и приборов, что обеспечивает системам LXI гибкость, недоступную прежним архитектурам систем средств измерений.

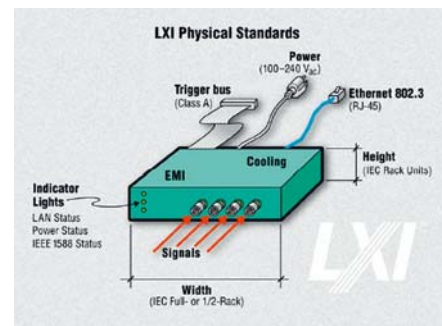


Рис. 3. Физические требования LXI

По стандарту IEEE 1588 устройства LXI класса В синхронизируют свои тактовые генераторы для достижения единой установки времени. Синхронизировав свои тактовые генераторы, устройства LXI могут начать измерения/действия точно в заданное время, синхронизировать измерения или выходные сигналы без использования специальных кабелей синхронизации и проставлять отметку времени на все события/процессы и данные. Стандарт IEEE 1588 в сочетании с запуском по LAN открывает новую эру в измерениях, так как устройства способны передавать информацию и данные о времени без использования компьютера, работающего в режиме реального времени. Потенциал этих возможностей в настоящее время еще только разрабатывается.

Оборудование класса А удовлетворяет всем требованиям классов С и В, добавляется шина аппаратного запуска. Восьмиканальная аппаратная шина M-LVDS (Multipoint-Low Voltage Differential Signaling шина многоточечной дифференциальной передачи сигналов низкого напряжения) может соединять находящиеся на близком расстоянии друг от друга устройства по схеме последовательной цепи или звезды, а также комбинируя эти две топологии. Шина запуска обеспечивает прохождение сигнала между приборами с крайне незначительной задержкой порядка 3 нс/м.

ОСНОВЫ СТАНДАРТА LXI

Сердцем шины LXI является локальная шина (LAN). Но вместо модификации существующих стандартов, LXI четко определяет взаимодействие стандартов в пяти областях: физический интерфейс, интерфейс Ethernet, программный интерфейс, страницы измерительного прибора и синхронизация.

Для обеспечения физической совместимости стандарт LXI начинается с физических размеров стойки, определен-

Особенность	Существующие LAN приборы	LXI приборы
LAN интерфейс	Обязательный	Обязательный
Триггерные входы/выходы	Необязательный	Необязательный
Web конфигурационная панель	Необязательный/Типичный	Обязательный
IVI-совместимые инструментальные драйверы	Необязательный/Типичный	Обязательный
Шинный аппаратный триггер	Необязательный	Необязательный (Обязательный для класса А)
IEEE-1588 (синхронизация через LAN)	Необязательный	Необязательный (Обязательный для классов А, В)

ных в стандартах IES. Для упрощения интеграции и разработки систем измерений, стандарт рекомендует также размещение конкретных соединений на передней и задней панелях. Например, соответствующие стандарту приборы используют переднюю панель для размещения входных и выходных соединителей аппаратного запуска, сети питания и Ethernet. Каждый модуль должен соответствовать стандартным требованиям по экранированию от электромагнитных помех и охлаждению, которые используются во всем мире.

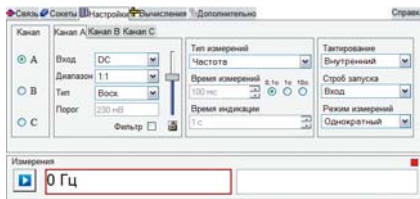


Рис. 4. Страница управление частотомером АКТАКОМ АСК-8326

В таблице 1 приведено сравнение LXI с существующими LAN приборами.

LXI устройства должны приводить в действие Ethernet, используя соответствующие спецификации IEEE 802.x PHY/MAC. Для физического соединения необходима скорость 100 Мбит/с, по стандарту IEEE 802.3, тип 100 BASE-TX.

LXI устройства должны правильно работать в сети Ethernet, обладающей равной или меньшей скоростью, чем сами устройства. Для 10 Мбит/с это должен быть стандарт IEEE 802.3, тип 10 Base-T.

LXI устройства должны поддерживать протокол TCP/IP, а также могут контролироваться и соединяться с помощью любого протокола более высокого уровня. LXI устройства должны обеспечивать мониторинг Ethernet-соединения. При обнаружении наступления события соединения текущая IP конфигурация должна быть подтверждена (включая обнаруженные копии IP адресов) и, если это необходимо, обновлена.

Таблица 2

ТРЕБОВАНИЯ К СКОРОСТИ ETHERNET ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМАЛЬНОЙ РАБОТЫ

Максимальная скорость Ethernet	Требуемая скорость сети для LXI устройств
100 Мбит/с	10 или 100 Мбит/с
1000 Мбит/с	10, 100 или 1000 Мбит/с

LXI устройства должны поддерживать протокол IPv6, чтобы обеспечить совместимость сети. LXI устройства должны поддерживать три конфигурации LAN: DHCP, динамично настраиваемые локальные адреса (Auto-IP) и ручную конфигурацию.

LXI устройства должны иметь индикатор LAN, чтобы информировать пользователя о неисправности локальной сети или ошибках (невозможность

получить действительный адрес IP, обнаружение дубликата IP адреса, невозможность продлить аренду DHCP, отключение сетевого кабеля) по данным мониторинга связи Ethernet.

Каждое устройство соответствующее стандарту LXI должно быть способно поддерживать собственную web-страницу. Эта страница содержит ключевую информацию об устройстве, включая производителя устройства, номер модели, серийный номер, описание, имя хост-системы, MAC-адрес и IP-адрес. Стандарт также требует обеспечения доступа к странице конфигурации с помощью web-браузера.

Это позволяет пользователю изменять такие параметры, как имя хост-системы, описание устройства в сети, IP-адрес, маску подсети и режим конфигурации TCP/IP. Доступ к web-страницам должен быть таким же простым, как ввод IP-адреса в строке адреса любого браузера, соответствующего стандартам W3C.

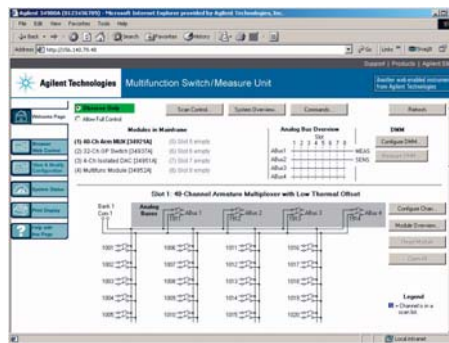


Рис. 5. Web-страница прибора 34980A с матричной картой

Web-интерфейс должен предоставлять дополнительную страницу IP конфигурации и страницу синхронизации, если устройство реализует IEEE 1588, LXI Event Messaging или LXI Trigger Bus. Страница синхронизации содержит информацию о параметрах, в соответствии с IEEE 1588. Если прибор LXI позволяет пользователю изменять какие-то настройки, то должна быть реализована их защита паролем. LXI устройствам могут быть присвоены псевдонимы, чтобы сделать работу с ними более удобной для пользователей, например, если в одну систему включены приборы одного типа.

В качестве примеров применения нового стандарта (класс C) можно привести частотомер АКТАКОМ АСК-8326 [4] и источник питания АКТАКОМ АТН-733х [1]. Оба типа приборов могут использоваться в автоматизированной системе измерений без предварительной установки программного обеспечения! Достаточно использовать ПК с обычным браузером (например, Internet Explorer). Такая возможность позволяет реализовать принципиально новые условия измерений неограниченно удаленность средства измерений от ПК с оператором, гальваническую раз-

вязку средства измерений и ПК, быстрое включение (развертывание) измерительного процесса, т.к. нет необходимости устанавливать специальные драйвера на ПК.

Тестирование системы измерений через Web интерфейс частотомера АКТАКОМ АСК-8326 в настоящее время доступно в указанной в начале статьи WebFutureLab.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афонский А.А., Жуковский А.Н. «Новое поколение лабораторных программируемых источников АКТАКОМ. LXI-стандарт», журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2010, № 1, стр. 20.
2. www.aktakom.ru (измерительные приборы, паяльное оборудование, промышленная мебель АКТАКОМ, WebFutureLab АКТАКОМ).
3. www.lxistandard.org/about (Официальный сайт Консорциума LXI — история LXI).
4. Афонский А.А. «Универсальные частотомеры АКТАКОМ», журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2009, № 6, стр. 7.
5. www.lxistandard.org/about/lxi_standards_and_clarifications (Официальный сайт Консорциума LXI — описание стандарта).

From the moment of its appearance in 2005 LXI standard (LAN eXtensions for Instrumentation) is used in more and more fields: electronic technology test, automated measuring complexes, the systems of remote data acquisition and manufacturing process control, robot technology and many others. The capability to synchronize LXI devices allows to start measuring/process right at the time set, synchronize measurements or output signals without the use of special synchronization cables and to mark the time for all events/processes and data.

As a rule, LXI devices are designed modular, without operating control and display on the front panel, they have autonomous power supply and driver of replaceable virtual device. Economy, compact size, simplicity of work, the capability of simple system modernization and reconfiguration and also high productivity make the devices of LXI standard more prospective for the use when the systems with Web-interface are designed.

The present article tells about the LXI standard structure and broadens the vision of its capabilities making concrete examples of its use. For instance you can see the real example of measuring device work on-line in WebFutureLab, which you can enter at www.aktakom.ru and www.aktakom.com.